

# Zintegrowana diagnostyka zespołu stymulatorowego

## Część II: Synchroniczne 24-godzinne badanie EKG metodą Holtera z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego krwi w diagnostyce zespołu stymulatorowego

Włodzimierz Kargul, Zbigniew Gašior, Zbigniew S. Herman,  
Bogusław Grzegorzewski, Jacek Wilczek, Eugeniusz Piłat, Tadeusz Zajac, Leszek Giec

I Klinika Kardiologii Instytutu Kardiologii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

### The integrated diagnostics of pacemaker syndrome

#### Part II: Simultaneous use of ECG and blood pressure Holter registrations in patients with Pacemaker Syndrome

**Aim of the study:** *To evaluate the usefulness of simultaneous 24 hour ECG (HECG) and 24 hour blood pressure registration (HRR) in diagnosis of pacemaker syndrome (PS).*

**Materials and methods:** *Comprised 24 patients (17 females and 7 males aged  $62 \pm 10$  years) who underwent a change of pacing mode from VVI to DDD because of clinical signs of PS. In each case simultaneous Holter ECG (Marquette Laser SXP) and Holter RR (Space Labs 90270) registration was made twice, at least two months after the change of pacing mode: first-between 48 and 72 hour of DDD stimulation and second between 48 and 72 hour of VVI stimulation. RR was measured in mmHg from 12 a.m. till 12 a.m. the next day (3 measurements per hour). The mean (X) and standard deviation (SD) was calculated for values of systolic ( $RR_s$ ), diastolic ( $RR_d$ ) and mean calculated ( $RR_m$ ) blood pressure. The percentage of paced rhythm (%Paced) was calculated for the same one-hour compartments both for VVI and DDD stimulation. The t-Student test and coefficient of linear correlation ( $r$ ) were used for statistic analysis. The level of significance  $p < 0.05$  was assumed.*

**Results:** *Mean values of  $RR_s$ ,  $RR_d$  and  $RR_m$  for VVI and DDD mode of pacing were 107.9 and 117.1 mm Hg ( $p < 0.001$ ), 67.1 and 70.1 mm Hg ( $p < 0.001$ ) and 80.1 and 85.9 mm Hg ( $p < 0.001$ ) respectively. The 24 hour analysis of ECG presented high statistically significant difference between percentages of both pacing modes in DDD 95.6% and in VVI 71.2% ( $p < 0.001$ ). The statistical significance ( $p < 0.001$ ) negative linear correlation between %Paced and  $RR_s$  in patients during VVI stimulation was ascertained.*

**Conclusions:** *The results confirmed that VVI pacing is an unphysiological mode of pacing which provokes an evident decrease of systolic, diastolic and mean calculated*

---

Adres do korespondencji: Dr hab. Włodzimierz Kargul  
Oddział Wszczepiania Rozruszników Serca GCM  
ul. Ziółowa 47, 40-635 Katowice  
Nadesłano: 28.08.1998 r. Przyjęto do druku: 21.09.1998 r.

*blood pressure. Synchronic Holter ECG and Holter RR registration is a useful method in diagnostics of pacemaker syndrome.* (Folia Cardiol. 1999; 6: 43–49)

## **pacing, pacemaker syndrome, Holter ECG, 24 h blood pressure registration**

### **Wstęp i cel pracy**

Definicja zespołu stymulatorowego (PS, *pacemaker syndrome*) Schüllera i Branta określa przyczynę objawów tego zespołu jako wynik nieprawidłowej relacji czasowej między skurczem przedsionków i komór. Jednym z istotnych objawów klinicznych występujących w PS jest stała lub okresowa hipotonia tętnicza, której stopień nasilenia zależy głównie od częstotliwości włączania się stymulatora oraz czasu trwania stymulacji prawokomorowej typu VVI. Szczególnie niekorzystne warunki hemodynamiczne występują u chorych ze stymulatorem typu VVI [2], wszczepionym z powodu zespołu chorego węzła zatokowego (SSS, *sick sinus syndrome*), u których występuje duży odsetek rytmu stymulowanego.

Celem pracy była ocena przydatności synchronicznego badania 24-godzinne EKG metodą Holtera z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego krwi w diagnostyce PS.

### **Materiał**

Badaniami objęto 24 osoby (17 kobiet i 7 mężczyzn) w wieku 45–79 lat (średnia wieku  $62 \pm 10$  lat), którym z powodu zespołu chorego węzła zatokowego z napadami zespołu MAS wszczepiono układ stymulujący serce VVI, a następnie zmieniono sposób stymulacji na DDD z powodu klinicznych objawów PS. Dokładną charakterystykę tych chorych zawiera pierwsza część pracy.

### **Metody**

W badanej grupie osób wykonywano 2-krotnie równoczesny zapis 24-godzinne EKG metodą Holtera oraz 24-godzinne pomiaru ciśnienia tętniczego krwi. Pierwszy synchroniczny zapis wykonywano między 48 a 72 godziną stymulacji DDD o zaprogramowanej częstości 70/min oraz standardowym dla danego stymulatora sprzężeniu przedsionkowo-komorowym. Drugi synchroniczny zapis wykonywano między 48 a 72 godziną stymulacji VVI o zaprogramowanej częstości 70/min. 24-godzinne badanie EKG metodą Holtera wykonywano za pomocą sys-

temu do analizy holterowskiej Marquette System Laser SXP 800. Analizą objęto godzinny oraz dobowy procent rytmu stymulacyjnego. Przy programie DDD przyjęto do analizy jedynie odsetek stymulacji części komorowej rozrusznika. Do 24-godzinnego pomiaru ciśnienia tętniczego krwi wykorzystano rejestrator Space Labs 90207, który dokonywał automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego w odstępach 20-minutowych w ciągu dnia i 30-minutowych w nocy. Ostatecznie wynik komputerowej analizy całodobowego badania ciśnienia tętniczego krwi zawierał oprócz wartości pomiarów jednostkowych ciśnienia skurczowego i rozkurczowego średnie pomiary godzinne, średnią wartość dobową ww. parametrów, jak również średnie wartości pochodnej ciśnienia skurczowego (RRsk) i rozkurczowego (RRroz), czyli tzw. średnie ciśnienie kalkulowane (RRm) wyliczane wg wzoru:

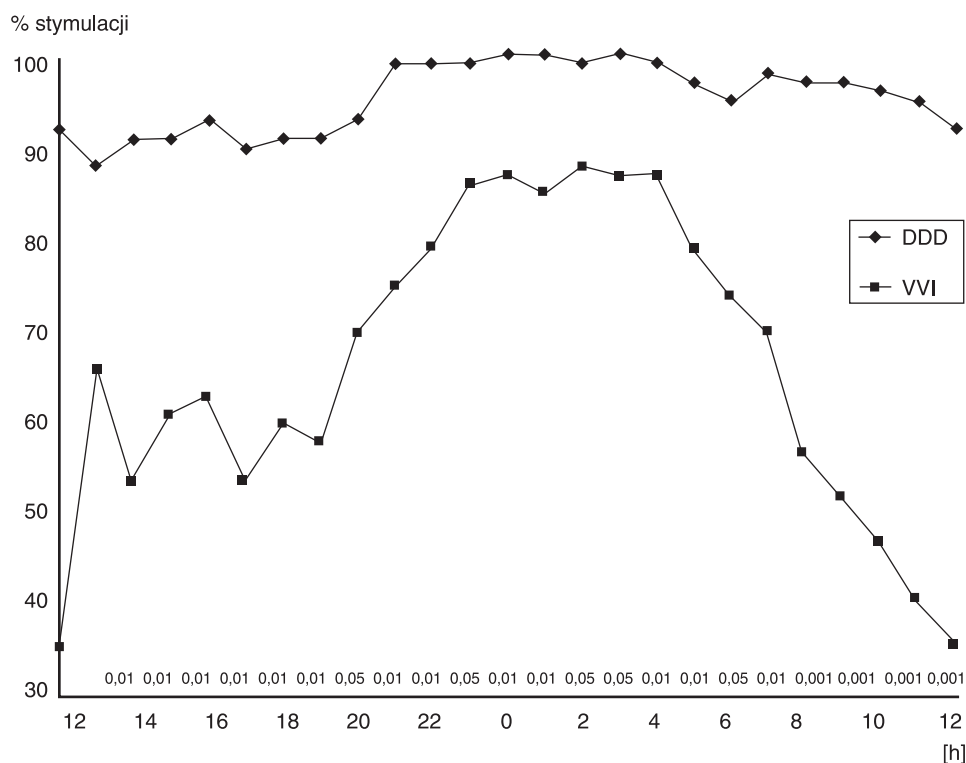
$$RRm = RRroz + (RRsk - RRroz) \times 1/3$$

Poprawne technicznie zapisy nadające się do dalszej analizy uzyskano u 18 osób. U 4 spośród pozostałych 6 chorych badanej grupy zapisy zarówno wyników badania EKG metodą Holtera, jak i 24-godzinnego pomiaru ciśnienia tętniczego były złe technicznie i nie nadawały się do analizy, natomiast u pozostałych 2 osób zmieniono program na DDD już po 7 godzinach (1 osoba) i 12 godzinach (1 osoba) stymulacji VVI z powodu nietolerancji tego typu stymulacji (zawroty głowy, spadek ciśnienia skurczowego poniżej 100 mm Hg, duszności).

W obliczeniach statystycznych wykorzystano test t-Studenta dla zmiennych połączonych oraz analizę regresji z obliczeniem znamienności statystycznej współczynnika korelacji liniowej „r” pomiędzy analizowanymi parametrami.

### **Wyniki**

Rycina 1 przedstawia średnie wartości odsetka rytmu stymulacyjnego komór serca, wyliczone z 24 godzinnych przedziałów czasowych u 18 osób w czasie stymulacji DDD oraz VVI. Z ryciny tej wynika, że zarówno w ciągu dnia, jak i w nocy oraz



**Ryc. 1.** Odsetek rytmu stymulującego w czasie stymulacji dwujamowej DDD i jednojamowej VVI oraz znamienności statystyczne (p) różnic średnich jego wartości między stymulacją DDD a VVI.

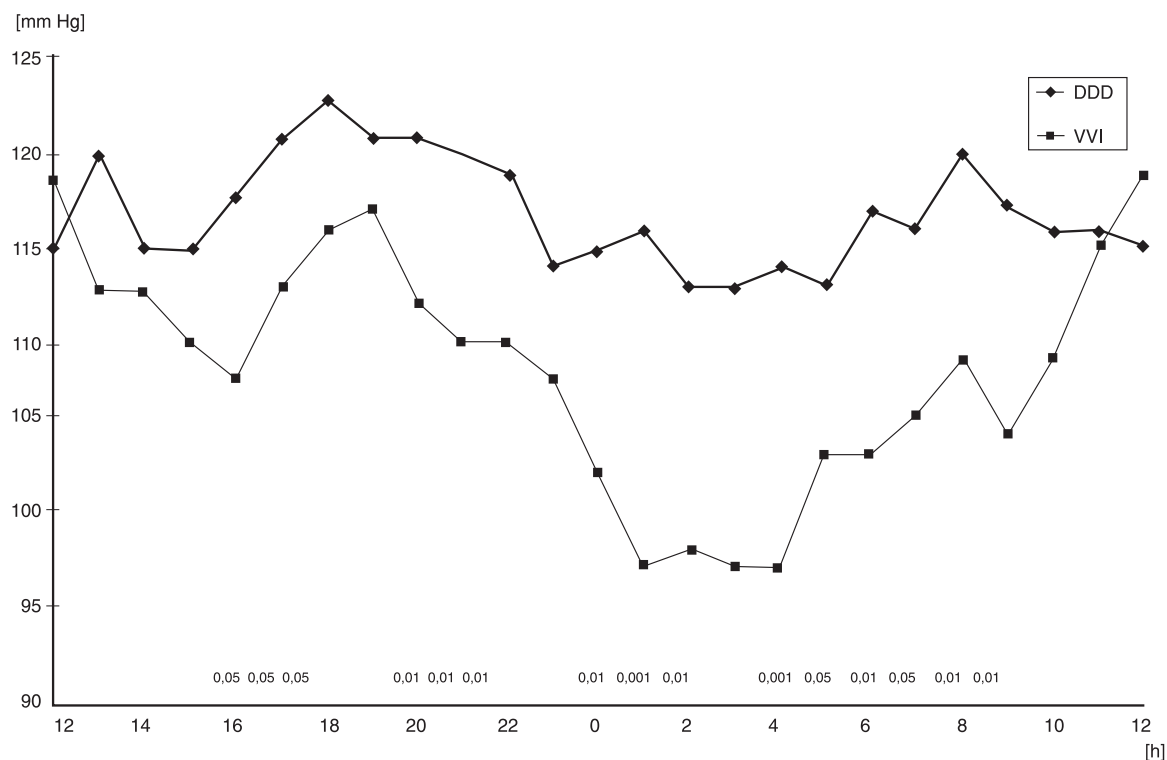
**Fig. 1.** Percentage of pacing rhythm during DDD and VVI mode stimulation with adequate p-value parameters.

w czasie całego 24-godzinnego zapisu przewaga średniej wartości odsetka rytmu stymulacyjnego komór jest wysoce znamienna statystycznie ( $p < 0,001$ ) w czasie stymulacji DDD w porównaniu z VVI. Z ryciny tej wynika również, że podczas stymulacji VVI od godzin południowych do wieczornych (13<sup>00</sup>–19<sup>00</sup>) odsetek rytmu stymulacyjnego oscyluje wokół wartości 60%, natomiast od godziny 19<sup>00</sup> rośnie i w godzinach 23<sup>00</sup>–4<sup>00</sup> utrzymują się niewielkie wahania tego parametru pomiędzy 80 i 90% średnich jego wartości.

Wahania dziennie-nocne odsetka rytmu stymulacyjnego komór w czasie stymulacji DDD są niewielkie i wynoszą 5,2%.

Rycina 2 przedstawia średnie wartości ciśnienia tętniczego skurczowego wyliczone z godzinnych przedziałów czasowych w czasie stymulacji VVI i DDD w ciągu 24 godzin obserwacji. Rycina ta ilustruje wyraźnie fizjologiczną zmienność dobową ciśnienia skurczowego na obu rytmach stymulacyjnych. Najmniejsze wartości tego ciśnienia występują między godziną 22<sup>00</sup> a 4<sup>00</sup> (< 115 mm Hg) przy stymulacji DDD oraz stymulacji VVI (< 110 mm Hg). Obniżenie ciśnienia skurczowego w nocy przy sty-

mulacji VVI jest jednak bardzo istotne między godziną 0<sup>00</sup> a 4<sup>00</sup> (< 100 mm Hg), a niezbyt wielkie przy stymulacji DDD (maksymalnie do 113 mm Hg). Innymi słowy, przy stymulacji VVI w nocy, kiedy stwierdza się największy odsetek rytmu stymulacyjnego, występuje największy spadek ciśnienia skurczowego. W ciągu dnia (od około 6<sup>00</sup>) znaczna część chorych ze stymulatorem VVI pozostaje na rytmie własnym (ryc. 1), a różnice w ciśnieniu skurczowym przy różnych typach stymulacji są zbieżne. Oznacza to, że w ciągu godzin popołudniowych (10<sup>00</sup>–19<sup>00</sup>) przebieg średnich wartości ciśnienia skurczowego w programie DDD i VVI jest zbliżony, średnie te nie różnią się istotnie w godzinach 10<sup>00</sup>–15<sup>00</sup> albo różnią się w niewielkim stopniu ( $p < 0,05$ ) w godzinach 15<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>. W dalszym przebiegu, od godziny 19<sup>00</sup>, widać wyraźnie obniżenie krzywej wartości ciśnienia skurczowego w czasie stymulacji VVI, co powoduje, że różnice w porównaniu z programem DDD stają się bardziej znamienne w godzinach 20<sup>00</sup>–22<sup>00</sup> ( $p < 0,01$ ), a szczególnie w późnych godzinach nocnych, tzn. między 1<sup>00</sup> a 4<sup>00</sup> ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ), kiedy to spadek ciśnienia skurczowego jest największy.



**Ryc. 2.** Średnie wartości ciśnienia skurczowego krwi w czasie stymulacji dwujamowej DDD i jednojamowej VVI oraz znamienności statystyczne (p) ich różnic pomiędzy DDD a VVI.

**Fig. 2.** Mean values of systolic blood pressure during and VVI pacing mode with appropriate p-value parameters.

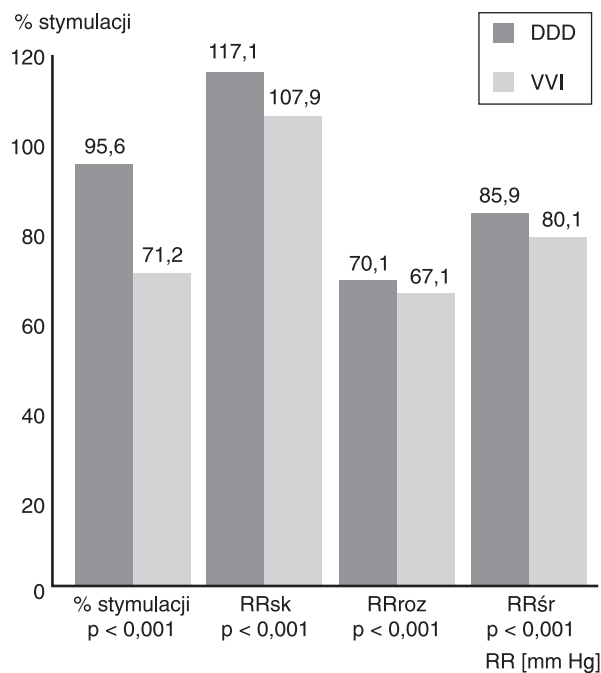
Rycina 3 przedstawia wysoce znamienne statystycznie ( $p < 0,001$ ) przewagę odsetka rytmu stymulującego w czasie stymulacji DDD w porównaniu z VVI. Średnie wartości ciśnienia skurczowego, rozkurczowego i średniego ciśnienia kalkułowanego są znacznie niższe ( $p < 0,001$ ) w czasie stymulacji VVI w porównaniu ze stymulacją DDD.

Rycina 4 przedstawia ujemną i wysoce znamienne statystycznie ( $r = -0,444$ ,  $p < 0,001$ ) korelację pomiędzy średnimi wartościami odsetka rytmu stymulacyjnego oraz średnimi wartościami ciśnienia skurczowego, wyliczonymi z godzinnych przedziałów czasowych w czasie stymulacji VVI w ciągu 24 godzin obserwacji. Wyniki te w sposób szczególny podkreślają negatywny wpływ stymulacji VVI na wielkość ciśnienia tętniczego krwi.

## Dyskusja

Zastosowanie synchronicznej rejestracji 24-godzinnej EKG metodą Holtera oraz dobowego pomiaru ciśnienia tętniczego krwi pozwoliło na rozszerzenie możliwości diagnostycznych w PS oraz lepsze zrozumienie patogenezy tego zespołu.

Analiza odsetka rytmu stymulacyjnego przedstawiona na rycinie 1 oraz rycinie 3 ujawnia wysoce znamienne przewagę tego parametru w czasie stymulacji DDD w porównaniu z VVI. Należy wyjaśnić, że średnia wartość tego parametru w programie VVI w godzinnych przedziałach czasowych w ciągu doby jest wypadkową zaprogramowanej częstości rytmu stymulacyjnego (70/min) oraz częstości rytmu własnego  $> 70/\text{min}$ , co zależy m.in. od zmiennej aktywności fizycznej chorego. Natomiast w czasie stymulacji DDD procent rytmu stymulacyjnego wynika głównie z wzajemnej interakcji czasu zaprogramowanego opóźnienia przedsionkowo-komorowego oraz czasu przewodnictwa przedsionkowo-komorowego rytmu własnego, co też m.in. zależy od aktywności chorego. Z rycinie 1 wynika, że dobowe wahania procentu rytmu stymulacyjnego w programie DDD są niewielkie — od około 90% w ciągu dnia do 100% w nocy. Rycina 2 pokazuje znaczne spadki ciśnienia tętniczego krwi w nocy w czasie stymulacji VVI, podczas gdy w czasie stymulacji DDD spadek ten jest znacznie mniejszy. Porównując te wyniki z poprzednią analizą odsetka rytmu stymulacyjnego, można wywnioskować

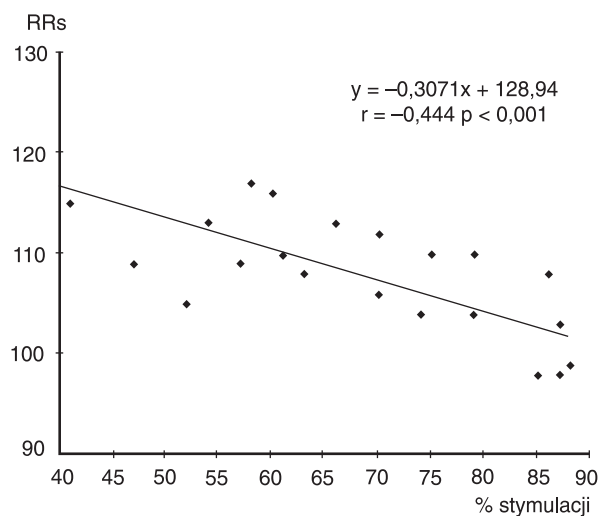


**Ryc. 3.** Średnie dobowe wartości odsetka rytmu stymulującego oraz ciśnienia krwi w programie stymulacji DDD i VVI.

**Fig. 3.** Mean diurnal values of pacing rhythm and systolic, diastolic and mean calculated blood pressure.

wać, że dobowe wahania ciśnienia zależą zarówno od rodzaju stymulacji (DDD lub VVI), jak i od wartości odsetka rytmu stymulacyjnego w obu typach stymulacji. Wniosek ten potwierdza rycina 3, która przedstawia znamienne statystycznie ( $p < 0,001$ ) różnice średniego ciśnienia dobowego pomiędzy stymulacją DDD i VVI. Ujemna, statystycznie znamienna korelacja pomiędzy odsetkiem rytmu stymulacyjnego oraz średnimi wartościami ciśnienia skurczowego w trakcie stymulacji VVI, wykazana podczas analizy regresji, przedstawia odwrotną zależność obu parametrów, co podkreśla w niebudzący wątpliwości sposób negatywny wpływ stymulacji VVI na wysokość ciśnienia tętniczego. Wyniki powyższe są zgodne z obserwacjami Boona i wsp. [1], którzy w grupie 15 chorych stwierdzili metodą inwazyjną znaczne spadki oraz większe wahania ciśnienia podczas stymulacji VVI w porównaniu z DDD.

Nishimura i wsp. [5] stwierdzili również znaczne spadki średnich wartości ciśnienia tętniczego u chorych z PS, przewlekłe stymulowanych typem VVI, oraz normalizację tego parametru po zmianie sposobu stymulacji na DDD.



**Ryc. 4.** Zależność między odsetkiem rytmu stymulującego (% stymulacji) a ciśnieniem skurczowym krwi (RRs) w czasie stymulacji jednojamowej VVI podczas 24-godzinnej zapisu holterowskiego.

**Fig. 4.** Correlation between percentage of paced rhythm (% paced) and systolic blood pressure during VVI pacing mode.

Potwierdzeniem doniosłej roli hipotonii tętniczej w rozwoju objawów PS u chorych stymulowanych typem VVI są wyniki badań autorów francuskich [3], którzy podczas inwazyjnych badań elektrofizjologicznych dokonywali u 396 chorych pomiarów ciśnienia tętniczego metodą krwawą w czasie stymulacji VVI. Badacze ci stwierdzili istotne, ale zróżnicowane spadki ciśnienia tętniczego skurczowego w czasie stymulacji VVI o częstości zbliżonej do częstości rytmu własnego.

W ocenie dobowych różnic ciśnienia tętniczego należy oczywiście uwzględnić dziennie-nocne wahania tego parametru, związane z porą czuwania i snu, w czasie którego dochodzi do bardziej lub mniej zaznaczonego fizjologicznego spadku ciśnienia, co wykazano w 24-godzinym monitorowaniu tego parametru zarówno u osób zdrowych [4, 7], jak i u chorych z umiarkowanym nadciśnieniem tętniczym [6]. Zakładając jednak, że pomiary te podczas obu zapisów wykonywano u tych samych osób w tych samych warunkach w czasie stymulacji programem DDD i VVI, czynnik dobowej zmienności jako mniej istotny został pominięty.

## Wnioski

Badania wykonane z zastosowaniem synchronicznego badania 24-godzinne EKG z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego:

- potwierdzają нефизjologiczny charakter stymulacji VVI powodującej spadki ciśnienia tętniczego krwi,

- mogą stanowić cenną metodę diagnostyczną w rozpoznawaniu zespołu stymulatorowego,
- potwierdzają skuteczność zmiany sposobu stymulacji z VVI na DDD jako jedynego sposobu leczenia zespołu stymulatorowego.

## Streszczenie

### Badania holterowskie w diagnostyce zespołu stymulatorowego

**Cel pracy:** Ocena przydatności synchronicznego badania 24-godzinnego EKG metodą Holtera z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego krwi w diagnostyce zespołu stymulatorowego.

**Materiał i metody:** Badanie objęło 24 osoby (17 kobiet i 7 mężczyzn) w wieku 45–79 lat (średnia wieku  $62 \pm 10$  lat) z wszczepionym układem stymulującym serce typu VVI z powodu zespołu chorego węzła zatokowego, którym z powodu klinicznych objawów zespołu stymulatorowego zmieniono sposób stymulacji na DDD. W badanej grupie chorych wykonywano 2-krotnie synchroniczny zapis 24-godzinnego EKG metodą Holtera (Marquette System Laser SXP 800) z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego krwi (Space Labs 90270) — pierwszy pomiędzy 48 a 72 godziną stymulacji DDD, drugi — pomiędzy 48 a 72 godziną stymulacji VVI. Analizą objęto godzinny oraz dobowy odsetek rytmu stymulacyjnego w obu typach stymulacji oraz średnie wartości ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego i średniego ciśnienia kalkulowanego. Test t-Studenta oraz analizę współczynnika korelacji „r” wykorzystano w analizie statystycznej. Przyjęto poziom istotności statystycznej  $p < 0,05$ .

**Wyniki:** Średnie wartości ciśnienia skurczowego, rozkurczowego i średniego ciśnienia kalkulowanego dla stymulacji VVI i DDD wynosiły odpowiednio 107,9 mm Hg i 117,1 mm Hg ( $p < 0,001$ ), 67,1 mm Hg i 70,1 mm Hg ( $p < 0,001$ ) oraz 80,1 mm Hg i 85,9 mm Hg ( $p < 0,001$ ). Analiza dobowego odsetka rytmu stymulacyjnego wykazała wybitnie znaczącą statystycznie różnicę pomiędzy programem DDD — 95,6% i VVI — 71,2% ( $p < 0,001$ ). Stwierdzono ujemną znaczącą statystycznie korelację liniową pomiędzy średnimi wartościami odsetka rytmu stymulacyjnego oraz średnimi wartościami ciśnienia skurczowego.

**Wnioski:** Wyniki badań potwierdzają нефизjologiczny charakter stymulacji VVI powodującej wyraźne spadki wartości ciśnienia tętniczego. Synchroniczna rejestracja 24-godzinnego EKG metodą Holtera z 24-godzinnym pomiarem ciśnienia tętniczego jest cenną metodą diagnostyczną w rozpoznawaniu zespołu stymulatorowego. (Folia Cardiol. 1999; 6: 43–49)

**stymulacja serca, zespół stymulatorowy, EKG metodą Holtera, 24-godzinna rejestracja ciśnienia tętniczego**

## **Piśmiennictwo**

1. Boon N.A., Frew A.J., Johnston J.A. A comparison of symptoms and intraarterial ambulatory blood pressure during long term dual chamber atrioventricular synchronous (DDD) and ventricular demand (VVI) pacing. *Br. Heart J.* 1987; 58: 34–36.
2. Furman S. Pacemaker syndrome. *Pace* 1994; 17: 1–4.
3. Graux P., Durieu , Ghis C., Lemaive N., Mekk W., Kallumani J., Dutoit A., Crocchel L. La mesure de effect pacemaker: incidences sur le choix du mode de stimulation? Etude prospective et statistique de 396 patients. *Arch. Mal. Coeur. Vaiss.* 1992; 85: 1277–1279.
4. Narkiewicz K., Bieniaszewski L. Całodobowe automatyczne monitorowanie ciśnienia tętniczego krwi. *ESS* 1996; 3: 13–14.
5. Nishimura R.A., Gersh B.J., Vliestra R.E. Hemodynamic and symptomatic consequences of ventricular pacing. *PACE* 1982; 5: 903–905.
6. Pickering T.G. The Ninth Sir George Pickering Memorial Lecture: Ambulatory monitoring and definition of hypertension. *J. Hypertens* 1992; 10: 401–404.
7. Staessen J.A., Bulpit C.J., O'Brien E., Cox J., Fagard R., Stanton A., Thijs L., Van Hulle S., Vyncke G., Amery A. The diurnal blood pressure profile: a population Study. *Am. J. Hypertens.* 1992; 5: 386–388.